

Espectroscopía Flamingos 2 de candidatos a YSOs: ¿Un nuevo objeto Haro-Herbig?

María Mercedes Vazzano¹, Guillermo Bosch^{2,3}, Cristina Elisabet Cappa^{1,3}

¹ Instituto Argentino de Radioastronomía (CONICET)

² Instituto de Astrofísica La Plata (CONICET-UNLP)

³ Fac. de Cs. Astronómicas y Geofísicas (UNLP)

Resumen

En esta contribución presentamos datos de espectroscopía de ranura larga obtenidos con Flamingos 2 en la región de la fuente WISE asociada con IRAS 10349-5824. Se utilizó la red de alta resolución en la banda K combinada con una ranura de 4 pixeles de ancho, redundando en una resolución $R=1500$. Reportamos la detección de emisión Brackett gama vinculada con dos fuentes puntuales, una de las cuales exhibe emisión infrarroja difusa. Hemos detectado también emisión extendida de la transición roto-vibracional del hidrógeno molecular, el cual sugiere la presencia de gas chocado como se espera en el caso de flujos protoestelares en interacción con el gas molecular. Los resultados son complementados con observaciones de la línea $^{12}\text{CO}(2-1)$ obtenidas con el telescopio APEX.

1. Motivación y observaciones

Utilizando catálogos de fuentes puntuales infrarrojas, Vazzano et al. (2014) y Cappa et al. (2008) identificaron numerosos candidatos a objetos estelares jóvenes (YSOs) asociados a la fuente IRAS 10349-5824 y ubicados en los bordes de la región HII Gum 31.

Los YSOs están generalmente asociados a *jets* detectables en las bandas ópticas e IR, emisión de H_2 en el NIR, y la presencia de objetos HH. En particular, la banda de $4.5 \mu\text{m}$ de Spitzer-IRAC incluye, además de emisión de $\text{Br}\alpha$ y $\text{Pfund}\beta$, líneas vibracionales de H_2 y rotovibracionales de CO, típicas de gas chocado (Watson et al. 2008). Esta emisión extendida de líneas moleculares es frecuente en YSOs y define la existencia de EGOs (*Extended Green Objects*), sugiriendo la presencia de flujos bipolares (Cyganowski et al. 2008), que se detectan también en la emisión del CO. La región había sido previamente observada en $^{12}\text{CO}(2-1)$, $^{13}\text{CO}(2-1)$ y $\text{C}^{18}\text{O}(2-1)$ con APEX (Vazzano et al. 2014, BAAA) con una resolución angular de $20''$.

A fin de estudiar las características y el estado evolutivo de algunos de estos candidatos a YSOs llevamos a cabo observaciones en el IR utilizando

el instrumento Flamingos 2 de Gemini Sur, haciendo uso de la red de alta resolución en la banda K combinada con una ranura de 4 pixeles de ancho, redundando en una resolución $R = 1500$. Nuestro objetivo era detectar la línea rotovibracional de H_2 en $2.16 \mu m$ y líneas nebulares presentes en la misma banda IR.

2. Resultados

En el panel izquierdo de la figura 1 se muestran los contornos correspondientes a la emisión de $4.5 \mu m$ de Spitzer-IRAC superpuestos a la imagen óptica de HST. La emisión en $4.5 \mu m$ es evidencia de la existencia de gas chocado y su distribución elongada hacia el sudeste podría ser indicio de la existencia de flujos protoestelares en esa dirección. En círculos se indican las posiciones de fuentes WISE clasificadas como clase II según criterio de Koenig et al. 2012. En el panel central se muestra la distribución de ^{12}CO a $-23.0 km s^{-1}$, que revela tres nubes moleculares que delimitan una cavidad en la que se encuentra ubicada la fuentes WISE 103648.97-584010.7. Ésta coincide además con el máximo de emisión en $4.5 \mu m$, lo que sugiere que ha sido la responsable de modificar el entorno.

En el panel derecho de la figura 1 se muestra la imagen de adquisición de Flamingos 2 donde se superpone la posición de la ranura larga utilizada para espectroscopía en la banda K. Se identifica la posición de fuentes puntuales (PS) con emisión de continuo y fuentes extendidas (ES) con emisión de líneas discretas. Los contornos de emisión en $4.5 \mu m$ son idénticas a la figura 1.

En la figura 2 se muestra la distribución de fuentes conspicuas a lo largo de la ranura. Las cajas celestes y amarillas identifican las fuentes puntuales (PS) y extendidas (ES) así definidas en función de la extensión espacial de sus rasgos espectrales. El ancho de las cajas amarillas delimita aproximadamente el área que abarca la extracción de señal para obtener el espectro unidimensional de las ES, mientras que para las PS se realizó la extracción convencional de fuentes puntuales.

En la figura 3 se muestra en el panel izquierdo la extracción para el objeto PS2, identificado como el candidato a YSO, que exhibe emisión de continuo -normalizado- junto con fuerte emisión de $Br\gamma$ y, posiblemente CO , en emisión, mientras que a la derecha se puede ver el espectro de ES2, sin contribución de continuo, pero con numerosas líneas de diversas transiciones de H_2 .

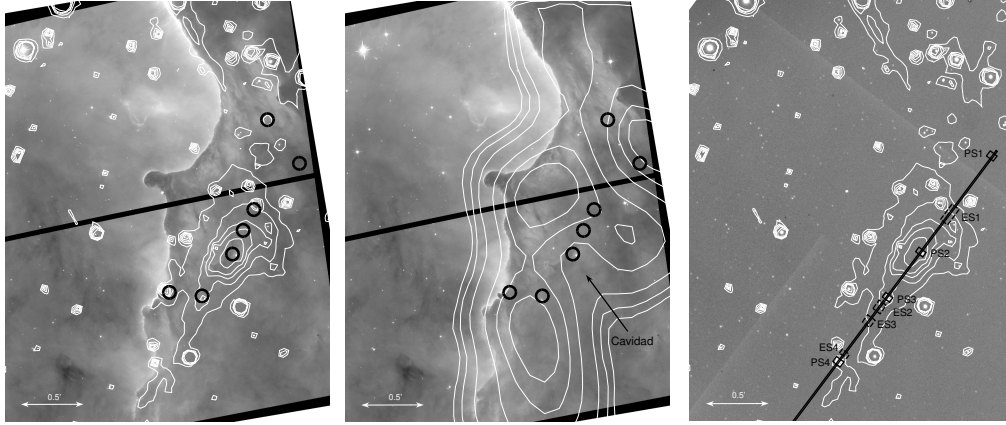


Figura 1: Izquierda: Contornos correspondientes a la emisión de $4.5 \mu\text{m}$ de Spitzer-IRAC ($4, 6, 8, 10, 15 \text{ MJy sr}^{-1}$) superpuestos a la imagen óptica de HST. Los círculos indican la posición de fuentes WISE identificadas como YSOs clase II. Centro: Contornos correspondientes a la emisión de $^{12}\text{CO}(2-1)$ a -23.0 km s^{-1} ($2, 3, 5, 10, 15, 20 \text{ K}$) superpuestos a la imagen óptica de HST. Derecha: Imagen de adquisición en banda H de Flamingos 2 donde se superpone la posición de la ranura larga utilizada para espectroscopía en banda K y la posición de la fuentes puntuales (PS) y extendidas (ES) identificadas.

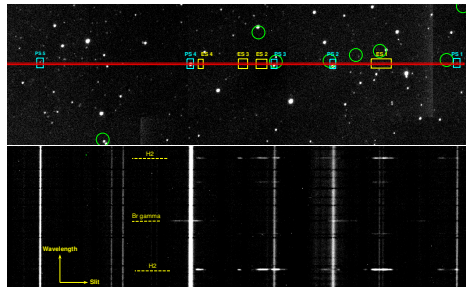


Figura 2: Distribución de fuentes conspicuas a lo largo de la ranura. Las cajas celestes y amarillas identifican las fuentes puntuales (PS) y extendidas (ES) así definidas en función de la extensión espacial de sus rasgos espectrales.

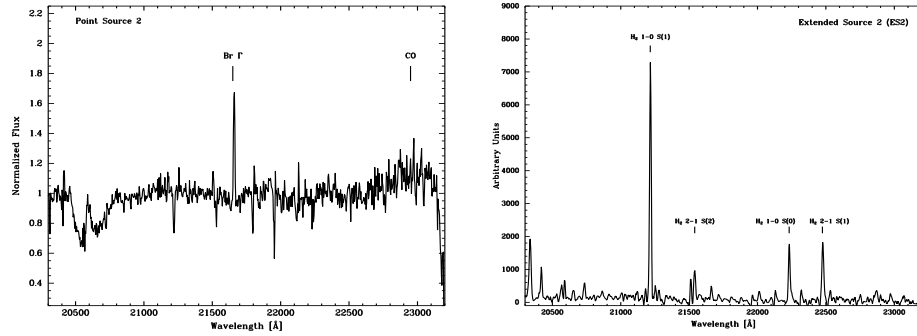


Figura 3: Extracciones para los objetos PS2 (derecha), identificado como el candidato a YSO y para ES2 (izquierda).

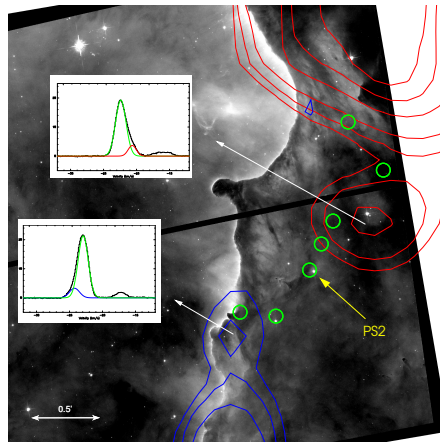


Figura 4: Contornos correspondientes a la emisión de $^{12}\text{CO}(2-1)$ (2, 3, 5, 10, 15, 20 K) a -20.5 km s^{-1} (rojo) y a -25.0 km s^{-1} (azul), superpuestos a la imagen óptica de HST. Se muestran los perfiles correspondientes a la posición del máximo de emisión a cada una de las velocidades, junto con sus ajustes gaussianos. Las componentes moleculares graficadas en rojo y azul podrían representar flujos moleculares bipolares originados en PS2.

3. Conclusiones

La coincidencia de la fuente puntual PS2 con una fuente WISE clasificada como YSO clase II, con emisión extendida en $4.5\ \mu\text{m}$, con la cavidad en gas molecular y con emisión en $\text{Br}\gamma$ nos permite inferir que se trataría de una estrella masiva en formación. El mínimo en la distribución de gas molecular sugiere que el gas ha sido disociado, mientras que la emisión en $\text{Br}\gamma$ indica que ha sido posteriormente ionizado.

Las fuentes extendidas ES1, ES2 y ES3, detectadas en H_2 en $2.16\ \mu\text{m}$, están mostrando la presencia de gas chocado y se originarían en flujos protoestelares interactuando con el gas molecular, denotando la presencia de objetos HH en los extremos del *jet*.

Esta hipótesis es apoyada por la presencia de gas molecular en las alas roja y azul de los espectros de CO a lo largo de la ranura, que pueden interpretarse como flujos moleculares bipolares. La extensión hacia el sudeste de la emisión en $4.5\ \mu\text{m}$ es una evidencia adicional de la existencia de los flujos protoestelares (Looney et al. 2007).

Agradecimientos

Bla, bla, bla

Referencias

- Cappa, C., Niemela, V. S., Amorín, R., & Vasquez, J. 2008, A&A, 477, 173
- Cyganowski, C. J., Whitney, B. A., Holden, E., Braden, E., Brogan, C. L., Churchwell, E., Indebetouw, R., Watson, D. F., Babler, B. L., Benjamin, R., Gomez, M., Meade, M. R., Povich, M. S., Robitaille, T. P., Watson, C. 2008 AJ 136 2391
- Koenig, X. P., Leisawitz, D. T., Benford, D. J., Rebull, L. M., Padgett, D. L., Assef, R. J. 2012 ApJ 744 130
- Looney, L. W., Tobin, J. J., Kwon, W. 2012 ApJ 670 131
- Vazzano, M. M., Cappa, C. E., Vasquez, J., Rubio, M., Romero, G. A. 2014 A&A 570 109
- Vazzano, M. M., Vasquez, J., Cappa, C. E., Rubio, M. 2014 BAAA